



Chris  
Miller

WIELKA  
**WOJNA  
O CHIPY**

JAK USA I CHINY WALCZĄ  
O TECHNOLOGICZNĄ  
DOMINACJĘ NAD ŚWIATEM

**Przeświły**

Chris  
Miller

WIELKA  
**WOJNA  
O CHIPY**

JAK USA I CHINY WALCZĄ  
O TECHNOLOGICZNĄ  
DOMINACJĘ NAD ŚWIATEM

Przekład  
Aleksandra Samson-Banasik  
Michał Głatki

**Prześwity**

# Spis treści

Bohaterowie	13
Słownik	15
Wstęp do wydania polskiego	17
Wstęp	21

## **CZĘŚĆ I UKŁADY SCALONE CZASÓW ZIMNEJ WOJNY**

Rozdział 1	Od stali do krzemu	39
Rozdział 2	Przetącznik	47
Rozdział 3	Noyce, Kilby i układ scalony	53
Rozdział 4	Początki	59
Rozdział 5	Moździerze i produkcja masowa	65
Rozdział 6	JA... CHCĘ... BYĆ... BOGATY	73

## **CZĘŚĆ II OBWÓD AMERYKAŃSKIEGO ŚWIATA**

Rozdział 7	Sowiecka Dolina Krzemowa	81
Rozdział 8	Skopiujcie to	89
Rozdział 9	Sprzedawca tranzystorów	95
Rozdział 10	Tranzystorowe dziewczyny	105

- Rozdział 11 Precyzyjne uderzenie | 113  
Rozdział 12 Budowanie łańcucha dostaw | 119  
Rozdział 13 Rewolucjoniści z Intela | 125  
Rozdział 14 Strategia zrównoważenia Pentagonu | 133

### **CZĘŚĆ III STRACONE PRZYWÓDZTWO?**

- Rozdział 15 „Trudna konkurencja” | 143  
Rozdział 16 „Jesteśmy w stanie wojny z Japonią” | 149  
Rozdział 17 „Firma produkuje śmieci” | 157  
Rozdział 18 Ropa naftowa lat osiemdziesiątych | 167  
Rozdział 19 Spirala śmierci | 173  
Rozdział 20 *The Japan that can say no* | 183

### **CZĘŚĆ IV ODRADZAJĄCA SIĘ AMERYKA**

- Rozdział 21 Król chipsów ziemniaczanych | 195  
Rozdział 22 Zakłócenie Intela | 205  
Rozdział 23 „Wróg mojego wroga”: wzrost znaczenia Korei | 213  
Rozdział 24 „To jest przyszłość” | 221  
Rozdział 25 Zarząd T KGB | 229  
Rozdział 26 „Broń masowego rażenia”  
– wpływ strategii zrównoważenia | 235  
Rozdział 27 Bohater wojenny | 245  
Rozdział 28 „Zimna wojna się skończyła  
i to wy wygraliście” | 251

## **CZĘŚĆ V UKŁADY SCALONE, SCALONY ŚWIAT?**

- Rozdział 29 „Chcemy rozwoju przemysłu półprzewodnikowego na Tajwanie” | 261
- Rozdział 30 Wszyscy muszą produkować chipy | 271
- Rozdział 31 „Dzielenie się Bożą miłością z Chińczykami” | 281
- Rozdział 32 Wojny litograficzne | 289
- Rozdział 33 Dylemat innowatora | 299
- Rozdział 34 Działaj szybciej | 309

## **CZĘŚĆ VI OFFSHORING INNOWACJI?**

- Rozdział 35 „Prawdziwi mężczyźni mają duże (fa)bryki” | 321
- Rozdział 36 Rewolucja fabless | 327
- Rozdział 37 Wielki sojusz Morrisa Changa | 335
- Rozdział 38 Jabłkowy krzem | 343
- Rozdział 39 EUV | 349
- Rozdział 40 „Nie ma planu B” | 359
- Rozdział 41 Jak Intel zapomniał o innowacjach | 365

## **CZĘŚĆ VII CHIŃSKIE WYZWANIE**

- Rozdział 42 Wyprodukowano w Chinach | 375
- Rozdział 43 „Musimy szturmować” | 381
- Rozdział 44 Transfer technologiczny | 393
- Rozdział 45 „Będzie dochodzić do fuzji” | 405
- Rozdział 46 Powstanie Huawei | 415

Rozdział 47 Epoka 5G | 425

Rozdział 48 Następne zrównoważenie | 433

## **CZĘŚĆ VIII SZLABAN NA CHIPY**

Rozdział 49 „Wszystko, o co konkurujemy” | 449

Rozdział 50 Fujian Jinhua | 461

Rozdział 51 Atak na Huawei | 469

Rozdział 52 Czy to przełomowy moment dla Chin? | 481

Rozdział 53 Braki i łańcuchy dostaw | 491

Rozdział 54 Tajwańska zagwozdka | 503

Podsumowanie | 517

Podziękowania | 527

Indeks | 533

# Wstęp

A merykański niszczyciel USS Mustin wpłynął 18 sierpnia 2020 roku na północny kraniec Cieśniny Tajwańskiej. Z pięciocalowym działem skierowanym na południe zaczynał samodzielną misję przepłynięcia cieśniny i potwierdzenia, że te międzynarodowe wody nie są kontrolowane przez Chiny – przynajmniej na razie. Wiał silny południowo-zachodni wiatr. Chmury rzucały na wodę cień, który zdawał się rozciągać między wielkimi portowymi miastami rozszanymi na chińskim wybrzeżu – Fuzhou, Xiamenem, Hongkongiem i innymi. Na wschodzie widoczny był Tajwan. Na wyspie za gęsto zabudowanym, płaskim wybrzeżem wyrastały ginące w chmurach góry. Marynarz w granatowej czapce bejsbolowej i masce chirurgicznej podniósł do oczu lornetkę i rozejrzał się po horyzoncie. Cieśnina była wypełniona frachtowcami dostarczającymi towary z azjatyckich fabryk do klientów na całym świecie.

W ciemnym pokoju pod pokładem USS Mustin<sup>1</sup> przed jasnymi, kolorowymi ekranami, na których były wyświetlane dane z samolotów, dronów, statków i satelitów śledzących ruch na ob-

---

<sup>1</sup> *USS Mustin Transits the Taiwan Strait*, „Navy Press Releases”, 19 sierpnia 2020, <https://www.navy.mil/Press-Office/Press-Releases/display-pressreleases/Article/2317449/uss-mustin-transits-the-taiwan-strait/#images-3>; Sam LaGrone, *Destroyer USS Mustin Transits Taiwan Strait Following Operations with Japanese Warship*, „USNI News”, 18 sierpnia 2020, <https://news.usni.org/2020/08/18/destroyer-uss-mustin-transits-taiwan-strait-following-operations-with-japanese-warship>.

szarze Oceanu Indyjskiego i Pacyfiku, siedziała grupa marynarzy. Na mostku dane z radarów na bieżąco wpływały do okrętowych komputerów. Na pokładzie dziewięćdziesiąt sześć komór startowych było przygotowanych do wystrzelenia precyzyjnych pocisków zdolnych zestrzelić samoloty lub zatopić okręty oddalone nawet o setki kilometrów. W czasie zimnej wojny armia Stanów Zjednoczonych broniła Tajwanu, grożąc użyciem broni nuklearnej. Dziś polega na mikroelektronice i broni precyzyjnego rażenia.

Kiedy najeżony skomputeryzowaną bronią USS Mustin płynął przez Cieśninę Tajwańską, Chińska Armia Ludowo-Wyzwoleńcza w ramach odwetu zapowiedziała manewry wojskowe wokół Tajwanu z użyciem ostrej amunicji, co jedna z pekińskich gazet nazwała „siłową operacją ponownego zjednoczenia”<sup>2</sup>. Jednak tego dnia chińscy przywódcy mniej przejmowali się amerykańską marynarką wojenną, a bardziej niejasnym rozporządzeniem Departamentu Handlu Stanów Zjednoczonych, zwanym Entity List, które ograniczało transfer amerykańskich technologii za granicę. Początkowo rozporządzenie Entity List zapobiegało sprzedaży do innych krajów elementów uzbrojenia, takich jak części pocisków czy materiały radioaktywne. Jednak po pewnym czasie rząd Stanów Zjednoczonych radykalnie zaostrzył zasady transferu za granicę chipów komputerowych, które stały się powszechne zarówno w systemach wojskowych, jak i w produktach konsumenckich.

Działania te były wymierzone w firmę Huawei, chińskiego giganta technologicznego sprzedającego smartfony, sprzęt telekomunikacyjny, usługi oparte na chmurze i inne zaawansowane technologie. Stany Zjednoczone obawiały się, że bardzo

---

<sup>2</sup> *China Says Latest US Navy Sailing Near Taiwan 'Extremely Dangerous'*, „Straits Times”, 20 sierpnia 2020, <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/china-says-latest-us-navy-sailing-near-taiwan-extremely-dangerous>; Liu Xuanzun, *PLA Holds Concentrated Military Drills to Deter Taiwan Secessionists, US*, „Global Times”, 23 sierpnia 2020, <https://www.globaltimes.cn/page/202008/1198593.shtml>.



atrakcyjne cenowo, częściowo dzięki dotacjom rządu chińskiego, produkty Huawei wkrótce staną się podstawą sieci telekomunikacyjnych nowej generacji. Światowa dominacja Ameryki w infrastrukturze technicznej zostałaby podważona. Wzrosłaby zaś siła geopolityczna Chin. Aby przeciwdziałać temu zagrożeniu, Stany Zjednoczone zabroniły Huawei kupowania zaawansowanych chipów komputerowych wykorzystujących amerykańską technologię.

Krótko potem globalna ekspansja firmy została zatrzymana. Niemożliwa stała się produkcja całych linii produktów. Przychody firmy spadły. Olbrzymia korporacja stanęła przed groźbą technologicznej agonii. Huawei odkrył, że podobnie jak wszystkie inne chińskie firmy jest całkowicie uzależniony od zagranicznych układów scalonych, na których opiera się cała nowoczesna elektronika.

Stany Zjednoczone nadal mają dominującą pozycję w obszarze krzemowych układów scalonych, które dały nazwę Dolinie Krzemowej, choć słabnie ona niebezpiecznie. Obecnie Chiny wydają więcej środków na import układów scalonych niż ropy naftowej. Te półprzewodnikowe elementy są stosowane we wszelkiego typu urządzeniach, od smartfonów po lodówki, które Chińczycy sprzedają na rynku wewnętrznym i eksportują na cały świat. Stratedzy snują teorie na temat chińskiego „dylematu cieśniny Malakka” – nazwanego tak od głównego kanału żeglugowego między Oceanami Indyjskim i Spokojnym – i zdolności tego kraju do importu ropy naftowej i innych dóbr w czasie kryzysu. Pekin jednak bardziej obawia się blokady mierzonej w bajtach niż baryłkach. Chiny zaprzęły do pracy swoje najlepsze umysły i wydają miliardy dolarów na rozwój własnych technologii półprzewodnikowych w celu uniezależnienia się od ograniczeń narzuconych przez Stany Zjednoczone<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Patrz też: Murray Scott, newsletter Zen on Tech, <https://www.zenontech.co/newsletter>.

Jeśli plan Pekinu się powiedzie, zmieni się układ sił w globalnej gospodarce i zostanie podważona militarna przewaga Ameryki. O zwycięstwie w drugiej wojnie światowej zdecydowały stal i aluminium. Zimna wojna, która zaczęła się niewiele później, była definiowana przez broń atomową. Rywalizacja między Stanami Zjednoczonymi a Chinami może być mierzona mocą obliczeniową komputerów. Obecnie stratedzy w Pekinie i Waszyngtonie zdają sobie sprawę, że wszystkie zaawansowane technologie – od uczenia maszynowego po systemy raketowe, od pojazdów zautomatyzowanych po uzbrojone drony – wymagają najnowocześniejszych chipów, określanych bardziej formalnie jako układy scalone. Ich produkcją zajmuje się niewiele firm.

Rzadko myślimy o chipach, a przecież to one stworzyły współczesny świat. Losy narodów zależą od zdolności do generowania mocy obliczeniowej. Globalizacja, jaką znamy, nie istniałaby bez handlu opartego na półprzewodnikach i urządzeniach elektronicznych. Prymat militarny Ameryki wynika w dużej mierze z jej zdolności do wykorzystania chipów w armii. Podstawy niesamowitego rozwoju państw azjatyckich w ciągu ostatniego półwiecza zostały zbudowane na krzemowych fundamentach, ponieważ ich gospodarki zaczęły się specjalizować w wytwarzaniu układów scalonych i produkcji komputerów czy smartfonów.

U podstaw cyfrowych obliczeń leżą miliony zer i jedynek. Cały cyfrowy wszechświat składa się z tych dwóch liczb. Każda fotografia, każdy przycisk w twoim iPhone, e-mail czy film na YouTube są kodowane niekończącymi się ciągami zer i jedynek. Jednak te liczby nie istnieją realnie. To odzwierciedlenie sytuacji, gdy prąd elektryczny płynie (1) lub nie (0). Chip to układ milionów bądź miliardów tranzystorów, małych elektrycznych przełączników, które włączają się i wyłączają, żeby przetwarzać ciągi zer i jedynek oraz je zapamiętać, a także przekonwertować rzeczywiste zjawiska, takie jak obrazy, dźwięki i fale radiowe, na miliony milionów tych dwóch liczb.

Gdy USS Mustin płynął na południe, fabryki i zakłady montażowe po obu stronach cieśniny produkowały elementy iPhone'a, którego premiera miała się odbyć dwa miesiące później, w październiku 2020 roku. Mniej więcej jedna czwarta przychodów branży półprzewodnikowej<sup>4</sup> pochodzi z telefonów, a większa część ceny nowego telefonu to koszt znajdujących się w nim chipów. Przez ostatnią dekadę każdą generację iPhone'ów napędzał jeden z najbardziej zaawansowanych procesorów. Żeby smartfon mógł działać, potrzeba ich w sumie ponad tuzin – różne układy scalone zarządzają pracą baterii, modułów Bluetooth czy Wi-Fi, połączeniami komórkowymi, dźwiękiem, aparatem fotograficznym i tak dalej.

Apple nie produkuje żadnego z tych chipów. Większość kupuje<sup>5</sup>: układy pamięci od japońskiej firmy Kioxia, układy radiowe od firmy California's Skyworks, układy audio od firmy Cirrus Logic z siedzibą w Austin w Teksasie. Apple samodzielnie projektuje wysoce złożone procesory, które obsługują między innymi system operacyjny iPhone'a. Jednak gigant z Cupertino w Kalifornii nie może produkować chipów. Ani żadna inna firma w Stanach Zjednoczonych, Europie, Japonii czy Chinach. Obecnie najbardziej zaawansowane procesory Apple – które są prawdopodobnie najbardziej zaawansowanymi układami scalonymi na świecie – mogą być produkowane tylko przez jedną firmę w jednym budynku najdroższej fabryki w dziejach ludzkości<sup>6</sup>, która rankiem 18 sierpnia 2020 roku znajdowała się zaledwie kilkadziesiąt mil od bakburty USS Mustin.

<sup>4</sup> Antonio Varas, Raj Varadarajan, Jimmy Goodrich, Falan Yinug, *Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era*, „Semiconductor Industry Association”, kwiecień 2021, [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); Telefony stanowią 26 procent sprzedaży półprzewodników według wartości dolara.

<sup>5</sup> *iPhone 12 and 12 Pro Teardown*, „iFixit”, 20 października 2020, <https://www.ifixit.com/Teardown/iPhone+12+and+12+Pro+Teardown/137669>.

<sup>6</sup> *A Look Inside the Factory Around Which the Modern World Turns*, „Economist”, 21 grudnia 2019.

Wytwarzanie i miniaturyzacja układów scalonych są największymi osiągnięciami inżynieryjnymi naszych czasów. Obecnie żadna firma na świecie nie produkuje chipów z większą precyzją niż Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, lepiej znana jako TSMC. Kiedy w 2020 roku świat mierzył się z lockdownami wywołanymi wirusem, którego średnica wynosi około stu nanometrów – miliardowych części metra – w najbardziej zaawansowanym zakładzie TSMC, Fab 18, tworzono mikroskopijne labirynty maleńkich tranzystorów i wytrawiano kształty mniejsze niż połowa koronawirusa. Ich rozmiar to mniej więcej jedna setna wielkości mitochondrium. TSMC był w stanie powtórzyć ten proces na niespotykaną wcześniej skalę. Apple sprzedał ponad 100 milionów iPhone'ów 12<sup>7</sup>. W każdym umieszczono procesor A14, w którym znajdowało się 11,8 miliarda maleńkich, wytworzonych z krzemu tranzystorów. Innymi słowy, w ciągu kilku miesięcy na potrzeby zaledwie jednego z kilkunastu chipów wykorzystywanych w iPhone Fab 18 wyprodukował ponad trylion tranzystorów – to liczba z osiemnastoma zerami. W ubiegłym roku przemysł półprzewodnikowy wyprodukował więcej tranzystorów niż łączna ilość wszystkich dóbr wyprodukowanych przez wszystkie inne firmy, we wszystkich innych gałęziach przemysłu, w całej historii ludzkości. Nic innego nawet nie zbliżyło się do tego wyniku.

Zaledwie sześćdziesiąt lat temu liczba tranzystorów w najnowocześniejszym wówczas układzie scalonym nie wynosiła 11,8 miliarda, ale tylko 4<sup>8</sup>. W 1961 roku mająca siedzibę na południe od San Francisco firma Fairchild Semiconductor wypuściła

---

<sup>7</sup> Angelique Chatman, *Apple iPhone 12 Has Reached 100 Million Sales, Analyst Says*, CNET, 30 czerwca 2021; Omar Sohail, *Apple A14 Bionic Gets Highlighted with 11.8 Billion Transistors*, „WCCFTech”, 15 września 2020.

<sup>8</sup> Isy Haas, Jay Last, Lionel Kattner, Bob Norman, David Laws, *Oral History of Panel on the Development and Promotion of Fairchild Micrologic Integrated Circuits*, Computer History Museum, 6 października 2007, <https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2013/05/102658200-05-01-acc.pdf>; interview with David Laws, 2022.

na rynek nowy produkt nazwany Micrologic, krzemowy układ scalony z czterema tranzystorami w środku. Wkrótce potem firma wymyśliła sposoby na umieszczenie w chipie kilkunastu tranzystorów, a następnie setek. W 1965 roku Gordon Moore, współzałożyciel Fairchilda, zauważył, że liczba elementów, które mogą być umieszczone w układzie scalonym, podwaja się każdego roku, ponieważ inżynierowie odkrywają, jak produkować coraz mniejsze tranzystory. Ta prognoza – że moc obliczeniowa chipów będzie rosła wykładniczo – została nazwana prawem Moore’a, jej autor zaś przewidział wynalezienie urządzeń, które w 1965 wydawały się niesamowicie futurystyczne, takich jak „elektroniczny zegarek na rękę”, „domowe komputery”, a nawet „osobiste przenośne narzędzia komunikacyjne”. Patrząc w przyszłość z perspektywy połowy lat sześćdziesiątych XX wieku, Moore myślał o dekadzie wykładniczego wzrostu, ale oszałamiające tempo postępu utrzymuje się od ponad pięćdziesięciu lat. W 1970 roku Intel, druga firma, której Moore był współzałożycielem, zaprezentowała chip pozwalający przechować 1024 jednostki informacji (bity). Kosztował on około 20 dolarów, czyli mniej więcej dwa centy za bit<sup>9</sup>. Dzisiaj za 20 dolarów można kupić pendrive, w którym można przechować sporo ponad miliard bitów.

Kiedy myślimy dzisiaj o Dolinie Krzemowej, nasze umysły przywołują skojarzenia z sieciami społecznościowymi i firmami produkującymi oprogramowanie, a nie materiałem, któremu dolina zawdzięcza swoją nazwę. Jednak internet, chmura, media społecznościowe i cały cyfrowy świat istnieją tylko dlatego, że inżynierowie nauczyli się kontrolować najdrobniejszy ruch elektronów poruszających się po krzemowych płytkach. Giganci branży technologicznej nie istnieliby, gdyby koszt przetwarzania

---

<sup>9</sup> Gordon E. Moore, *Cramming More Components onto Integrated Circuits*, „Electronics” 38, nr 8, 19 kwietnia 1965, <https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/05/moores-law-electronics.pdf>; Dane Intela zaczerpnięte z *Memory Lane*, „Nature Electronics” 1, 13 czerwca 2018, <https://www.nature.com/articles/s41928-018-0098-9>.

i przechowywania zer i jedynek nie obniżył się w ciągu ostatniego półwiecza miliard razy.

Ten niesamowity rozkwit jest częściową zasługą naukowców i fizyków nagrodzonych Nagrodą Nobla. Jednak nie za każdym wynalazkiem podąża udany start-up i nie każdy start-up jest zaczątkiem nowej branży, która zmieni świat. Układy scalone rozprzestrzeniły się w społeczeństwie, ponieważ firmy opracowały nowe techniki ich wytwarzania, zdeterminowani menedżerowie nieustannie obniżali koszty ich produkcji, a kreatywni przedsiębiorcy wymyślali nowe sposoby ich wykorzystania. Działanie prawa Moore'a w praktyce jest w równym stopniu zasługą ekspertów od produkcji, specjalistów od łańcuchów dostaw i menedżerów do spraw marketingu oraz fizyków czy inżynierów.

Miasta leżące na południe od San Francisco – których nie nazywano Doliną Krzemową aż do lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku – były epicentrum rewolucji, ponieważ w nich łączyła się wiedza naukowa, know-how w zakresie produkcji i wizjonerskie myślenie biznesowe. Kalifornia miała wielu inżynierów przeszkolonych w przemyśle lotniczym czy radiowym, którzy ukończyli Stanford lub Berkeley. Uczelnie te finansowane były między innymi z budżetu Departamentu Obrony USA, ponieważ amerykańska armia dążyła do umocnienia swojej przewagi technologicznej. Poza tym kultura Kalifornii miała takie samo znaczenie jak infrastruktura gospodarcza. Osoby, które opuściły wschodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych, Europę i Azję, żeby budować przemysł półprzewodnikowy, często powoływały się na poczucie nieograniczonych możliwości jako powód decyzji o przeniesieniu się do Doliny Krzemowej. Dla najbystrzejszych inżynierów na świecie i najbardziej kreatywnych przedsiębiorców nie było bardziej ekscytującego miejsca do życia.

Gdy przemysł półprzewodnikowy się ukształtował, okazało się, że nie można istnieć bez Doliny Krzemowej. Obecnie łańcuch

dostaw układów scalonych wymaga komponentów pochodzących z wielu miast i krajów, ale prawie każdy wyprodukowany chip nadal ma związek z Doliną Krzemową lub jest produkowany za pomocą narzędzi zaprojektowanych i zbudowanych w Kalifornii. Ogromne zasoby wiedzy eksperckiej, wspomagane rządowymi funduszami i wzmacniane umiejętnością przyciągania najlepszych naukowców z innych krajów, dostarczyły paliwa napędzającego postęp technologiczny. Firmy typu venture capital i giełdy papierów wartościowych zapewniały start-upom kapitał niezbędny do rozwoju – i bezwzględnie usuwały z rynku upadające przedsiębiorstwa. Jednocześnie największy na świecie rynek konsumencki w Stanach Zjednoczonych napędzał wzrost gospodarczy, który finansował dekady prac badawczo-rozwojowych nad nowymi typami chipów.

Inne kraje zdały sobie sprawę, że nie są w stanie samodzielnie nadażyć za Stanami Zjednoczonymi, ale odnoszą sukcesy, gdy głęboko integrują się z łańcuchami dostaw Doliny Krzemowej. Europa wyspecjalizowała się w określonych obszarach przemysłu półprzewodnikowego, zwłaszcza w zakresie produkcji narzędzi do wytwarzania chipów i ich projektowania. Rządy Tajwanu, Korei Południowej i Japonii wywalczyły dla swoich krajów miejsce w branży przez subsydiowanie firm, finansowanie programów szkoleniowych, utrzymywanie zaniżonych kursów walutowych i nakładanie ceł na importowane układy scalone. Taka strategia zwiększyła ich potencjał w pewnych obszarach, czego inne kraje nie mogą powielić – niemniej azjatyckie tygrysy osiągnęły to dzięki współpracy z Doliną Krzemową, ponieważ nieustannie bazowały na amerykańskim oprogramowaniu, amerykańskich narzędziach i klientach. W tym samym czasie najlepsze firmy przemysłu półprzewodnikowego ze Stanów Zjednoczonych zbudowały rozciągające się na cały świat łańcuchy dostaw, co znacząco obniżyło koszty i poszerzyło wiedzę technologiczną. To wszystko sprawiło, że prawo Moore'a zachowywało ważność przez dziesięciolecia.

Obecnie, dzięki działaniu prawa Moore'a, chipy są wbudowane w każde urządzenie wymagające wykorzystania mocy obliczeniowej, co w dobie internetu rzeczy oznacza praktycznie wszystkie urządzenia. Nawet produkty o stuletniej historii, jak samochody, często zawierają chipy warte tysiące dolarów. Większość sumarycznego PKB wszystkich krajów jest generowana dzięki urządzeniom zawierającym półprzewodnikowe układy scalone. Jak na produkt, który nie istniał jeszcze siedemdziesiąt pięć temu, to niesłychany wyczyn.

Kiedy w sierpniu 2020 roku USS *Mustin* płynął po wodach Cieśniny Tajwańskiej, świat dopiero zaczynał sobie uświadamiać zależność od układów scalonych, a przez to od Tajwanu, który produkuje chipy odpowiedzialne za jedną trzecią wykorzystywanej przez nas każdego roku nowej mocy obliczeniowej<sup>10</sup>. Tajwański TSMC buduje prawie wszystkie najbardziej zaawansowane procesory<sup>11</sup>. Kiedy w 2020 roku na świecie pojawił się COVID-19, zakłócił również działalność branży półprzewodnikowej. Niektóre fabryki zostały tymczasowo zamknięte. Spadł popyt na chipy wykorzystywane do produkcji samochodów. Natomiast gwałtownie wzrosło zapotrzebowanie na procesory służące do budowy komputerów i centrów przetwarzania danych, bo koniecznością stała się praca zdalna. Następnie w 2021 roku seria wypadków – pożar w japońskiej fabryce półprzewodników, burza lodowa w Teksasie, który jest centrum produkcji chipów w Stanach Zjednoczonych, nowa seria lockdownów w Malezji, gdzie testowanych i składanych jest wiele układów scalonych – pogłębiła te zakłócenia. Nagle wiele branż niezwiązanych z Doliną Krzemową zaczęło borykać się z wyniszczającą niedostępnością chipów niezbędnych dla ich funkcjonowania. Wielcy producenci samochodów, jak Toyota czy General Motors, musieli

---

<sup>10</sup> Według danych Semiconductor Industry Association w 2019 roku 37 procent układów logicznych zostało wyprodukowanych na Tajwanie; Antonio Varas, op. cit.

<sup>11</sup> Antonio Varas, op. cit., s. 35.



na tygodnie zamykać fabryki<sup>12</sup>, ponieważ nie byli w stanie zdobyć potrzebnych układów scalonych. Niedobór nawet najzwyklejszych chipów skutkowałam zamykaniem fabryk po drugiej stronie świata. Wydawało się, że to idealny obraz globalizacji, w której coś poszło nie tak.

Polityczni przywódcy w Stanach Zjednoczonych, Europie i Japonii przez dziesięciolecia nie zaprzętałi sobie głów układami scalonymi. Tak jak reszta z nas myśleli, że skrót „tech” odnosi się do wyszukiwarek czy mediów społecznościowych, a nie krzemowych wafli. Kiedy Joe Biden i Angela Merkel zapytałi, dlaczego fabryki samochodów w ich krajach zostały zamknięte, odpowiedź odnosiła się do łańcuchów dostaw o zdumiewającej złożoności. Typowy chip może być zaprojektowany na bazie architektury japońskiej firmy Arm, której siedziba mieści się w Wielkiej Brytanii, przez zespół inżynierów w Kalifornii i Izraelu i przy użyciu oprogramowania ze Stanów Zjednoczonych. Gdy projekt jest gotowy, wysyła się go do fabryki na Tajwanie, która kupuje ultraczyste płytki krzemowe i specjalistyczne gazy w Japonii. Następnie projekt jest wycinany w waflach krzemowych z wykorzystaniem najprecyzyjniejszych maszyn na świecie, które potrafią wytrawiać, nanosić i odmierzać warstwy materiałów o grubości kilku atomów. Bez tych maszyn, które produkowane są głównie przez pięć firm – jedną holenderską, jedną japońską i trzy kalifornijskie – produkcja chipów jest praktycznie niemożliwa. Następnie układy scalone są pakowane i testowane, często w Azji Południowo-Wschodniej, i wysyłane do Chin, gdzie buduje się z nich smartfony czy komputery.

Jeśli jakkolwiek etap produkcji chipów zostanie przerwany, zagrożona jest światowa podaż nowej mocy obliczeniowej.

---

<sup>12</sup> Mark Fulthorpe, Phil Amsrud, *Global Light Vehicle Production Impacts Now Expected Well into 2022*, „IHS Market”, 19 sierpnia 2021, <https://ihsmarkit.com/research-analysis/global-light-vehicle-production-impacts-now-expected-well-into.html>.

W dobie sztucznej inteligencji często mówi się, że dane to nowa ropa naftowa. Jednak prawdziwym ograniczeniem, z którym się mierzymy, nie jest dostępność danych, ale moc obliczeniowa. Istnieje skończona liczba chipów, które mogą przechowywać i przetwarzać dane. Ich produkcja jest niesamowicie skomplikowana i przerażająco kosztowna. W przeciwieństwie do ropy, którą można kupić w wielu krajach, nasza produkcja mocy obliczeniowej zależy zasadniczo od szeregu wąskich gardeł: narzędzi, chemikaliów i oprogramowania, które często są wytwarzane przez kilka firm – a czasem tylko przez jedną. Żaden inny aspekt gospodarki nie jest tak bardzo uzależniony od tak niewielu firm. Chipy z Tajwanu odpowiedzialne są za 37 procent nowej światowej mocy obliczeniowej, która jest tworzona każdego roku. Dwie koreańskie firmy produkują 44 procent wszystkich układów pamięci<sup>13</sup>. Holenderska firma ASML wytwarza wszystkie urządzenia do ekstremalnej litografii ultrafioletowej (EUV), bez których nie sposób wyprodukować najnowocześniejsze chipy. W porównaniu z tym czterdziestoprocentowy udział krajów OPEC w światowej produkcji ropy naftowej nie wygląda już tak imponująco.

Globalna sieć firm, która rocznie produkuje bilion chipów w nanometrycznej skali, to triumf efektywności. A także nasz słaby punkt. Zakłócenia spowodowane pandemią dają tylko przedsmak tego, co jedno trzęsienie ziemi w odpowiednim miejscu może zrobić z globalną gospodarką. Tajwan leży na uskoku tektonicznym, na którym w 1999 roku odnotowano trzęsienie ziemi o sile 7,3 stopnia w skali Richtera. Na szczęście zatrzymało ono produkcję chipów zaledwie na kilka dni. Jednak to tylko kwestia czasu, a podobne trzęsienie zdarzy się ponownie. Tragiczne w skutkach trzęsienia ziemi mogą nawiedzić Japonię, gdzie produkuje się 17 procent wszystkich chipów, czy usytu-

---

<sup>13</sup> Antonio Varas, op. cit.

owaną na uskoku San Andreas Dolinę Krzemową, gdzie obecnie wytwarza się niewielką liczbę układów scalonych, ale za to buduje urządzenia niezbędne w przemyśle półprzewodnikowym.

Jednak największym zagrożeniem dla dostaw elementów półprzewodnikowych nie jest zderzenie płyt tektonicznych, lecz konfrontacja światowych mocarstw. Ponieważ Chiny i Stany Zjednoczone walczą o światowe przywództwo, zarówno Pekin, jak i Waszyngton są zdeterminowane, by kontrolować przyszłość przemysłu informatycznego. Co więcej, przyszłość ta jest zależna w zatrważającym stopniu od małej wyspy, którą Pekin uważa za zbuntowaną prowincję, a której Waszyngton zobowiązał się bronić siłą.

Wzajemne powiązania między przemysłami półprzewodnikowymi Stanów Zjednoczonych, Chin i Tajwanu są niezmiernie złożone. Najlepszą ilustracją tego problemu jest osoba założyciela TSMC, firmy, która do 2020 roku uznawała amerykańskiego Apple'a i chińskiego Huawei'a za swoich dwóch największych klientów. Morris Chang urodził się w Chinach kontynentalnych. Dorastał w Hongkongu w czasie drugiej wojny światowej. Uczył się na Harvardzie, MIT i Stanfordzie. Pomagał tworzyć branżę półprzewodnikową w Stanach Zjednoczonych, pracując w Dallas dla Texas Instruments (TI). Posiadał amerykańskie poświadczenie bezpieczeństwa<sup>14</sup> uprawniające go do prac nad ściśle tajnymi urządzeniami elektronicznymi dla armii i stworzył na Tajwanie światowe centrum produkcji półprzewodników. Niektórzy stratedzy polityki zagranicznej w Pekinie i Waszyngtonie marzą o rozdzieleniu branż technologicznych obu krajów, ale wysoce wydajnej, międzynarodowej sieci projektantów układów scalonych, dostawców chemikaliów i wytwórców maszyn, którą Chang pomógł zbudować, nie da się tak łatwo rozplątać.

---

<sup>14</sup> Wywiad z Morrisem Changiem, 2022.

O ile oczywiście coś nie wybuchnie. Pekin wyraźnie odmówił porzucenia planów inwazji na Tajwan w celu „zjednoczenia” go z Chinami. Jednak nie trzeba czegoś aż tak tragicznego jak desant chińskiej armii, żeby wywołać falę uderzeniową w przemyśle półprzewodnikowym, która przetoczy się przez całą globalną gospodarkę. Nawet częściowa blokada wyspy może wywołać dewastujące skutki. Pojedynczy pocisk wystrzelony w kierunku najbardziej zaawansowanej fabryki produkcji chipów TSMC może spowodować, po zsumowaniu opóźnień w produkcji smartfonów, centrów danych, samochodów, sieci telekomunikacyjnych i innych urządzeń technicznych, szkody o wartości setek miliardów dolarów.

Uzależnienie światowej gospodarki od jednego z najgroźniejszych konfliktów politycznych wydaje się błędem bezprecedensowych rozmiarów. Jednakże skoncentrowanie produkcji zaawansowanych układów scalonych w Tajwanie, Korei Południowej i innych wschodnioazjatyckich krajach nie jest dziełem przypadku. To seria przemysłanych decyzji przedstawicieli rządów i menedżerów wielkich korporacji stworzyła rozległe łańcuchy powiązań, od których jesteśmy dzisiaj zależni. Ogromne zasoby azjatyckiej taniej siły roboczej przyciągnęły producentów układów scalonych dążących do obniżenia kosztów płac. Rządy i korporacje w Azji Wschodniej wykorzystały powstałe w tym rejonie zagraniczne fabryki układów scalonych do poznania najbardziej zaawansowanych technologii i ich ostatecznego zagospodarowania. Stratedzy polityki zagranicznej z Waszyngtonu użyli złożonych łańcuchów dostaw układów scalonych jako narzędzia do związania Azji ze światem kierowanym przez Amerykę. Nieodzownie związane z kapitalizmem dążenie do ekonomicznej efektywności skutkowało stałym naciskiem na obniżanie kosztów i konsolidację firm. Stałe tempo technicznych innowacji, które tak dobrze opisywało prawo Moore’a, wymagało coraz bardziej złożonych materiałów, urządzeń i procesów, które mogły być dostarczone przez globalne rynki lub sfinansowane

za ich pośrednictwem. A nasze gigantyczne zapotrzebowanie na moc obliczeniową ciągle rośnie.

W tej książce, napisanej po zbadaniu archiwów z trzech kontynentów, od Tajpej po Moskwę, i przeprowadzeniu ponad setki wywiadów z naukowcami, inżynierami, prezesami firm i politykami, znajdziemy potwierdzenie, że chipy definiują świat, w którym żyjemy, determinują kształt międzynarodowej polityki, strukturę światowej gospodarki i równowagę militarną. Jednak te najnowocześniejsze z urządzeń mają złożoną i często kontrowersyjną historię. Na ich rozwój wpływały nie tylko korporacje i konsumenci, ale również ambitne rządy i imperatywy wojny. Aby zrozumieć, jak doszło do sytuacji, w której nasz świat zaczął być definiowany przez tryliony tranzystorów i kilka niedających się zastąpić firm, musimy zacząć od przyjrzenia się początkom epoki krzemu.

**Biznesowa książka roku według „Financial Times”  
Bestseller „New York Timesa”**

**Chris Miller przedstawia wciągającą i solidnie udokumentowaną historię chipów, które rządzą światem. Jego książka to pasjonująca opowieść o trwającej bitwie pomiędzy Chinami i USA. Bitwie o kontrolę nad najważniejszym zasobem – technologią mikrochipów, która jest niezbędnym elementem geostrategicznej rywalizacji w XXI wieku.**

Dla wielu zaskoczeniem będzie stwierdzenie, że mikrochipy są odpowiednikiem ropy naftowej – deficytowym zasobem, na którym zbudowany jest współczesny świat. **Obecnie pozycja militarna, ekonomiczna i geopolityczna jest zależna od komputerowych chipów.** Podstawą działania praktycznie wszystkiego – od rakiet balistycznych po mikrofalówki, od smartfonów po giełdę papierów wartościowych – są układy scalone. Jeszcze niedawno najszybsze chipy projektowano i budowano w Stanach Zjednoczonych, co pozwalało temu krajowi zachować pozycję lidera wśród supermocarstw. Dziś przewaga Ameryki się zmniejsza. Chiny, które wydają więcej środków na import chipów niż ropy naftowej, przeznaczają dziesiątki miliardów dolarów na rozwój tej technologii. Fakt, iż Ameryka wypuściła z rąk kluczowy element procesu tworzenia układów scalonych, **przyczynił się nie tylko do światowego niedoboru chipów, ale także do nowej technologicznej zimnej wojny między supermocarstwami.**

*Wielka wojna o chipy* opisuje porywającą historię tych maleńkich, krzemowych układów scalonych, od niedawna definiujących nasz świat. Poznajemy genialnych naukowców, którzy je wynaleźli, przedsiębiorców, którzy dzięki generowanym przez nie zyskom zbudowali Dolinę Krzemową, i przedstawicieli Pentagonu, którzy użyli ich do zrewolucjonizowania sił zbrojnych. **Bo żeby pojąć obecny stan polityki, ekonomii i technologii, musimy najpierw zrozumieć istotną rolę odgrywaną przez chipy.**

Partner wydania: **UKŁAD SIŁ**

Patroni medialni:



**CHIP** THINKTANK

[www.poltext.pl/przeswity](http://www.poltext.pl/przeswity)

Książka dostępna również jako e-book.

ISBN 978-83-8175-482-8



9 788381 754828 >

P11111001

Cena 74,90 zł