

The background of the cover is a stylized circuit board pattern. It features a dense network of lines in green, orange, and black, with various circular components and nodes scattered throughout. The pattern is more complex and detailed in the upper half and becomes simpler and more linear towards the bottom.

James  
Ashton

DRUGA  
**REWOLUCJA  
KRZEMOWA**

CHIPY, GEOPOLITYKA  
I SUKCES BRYTYJSKIEGO ARM

**Prześwi**  
ty

# Spis treści

Przedmowa | 9

Rozdział 1 Wszystko i wszędzie: Jak układy scalone  
przejęły świat | 13

Rozdział 2 Nieco historii: Dziwaczna para rusza w świat | 35

## CZĘŚĆ PIERWSZA **ARM (1985–2000)**

Rozdział 3 Od małego Acorna ku projektowi przyszłości | 53

Rozdział 4 Trzynastu ludzi w stodole | 89

Rozdział 5 Szalony telefon Nokii ustanawia standard | 113

Rozdział 6 Arm zarabia, Apple inkasuje | 129

Rozdział 7 Ruszamy na podbój świata: Jak Azjaci stworzyli  
współczesny przemysł układów scalonych | 153

## CZĘŚĆ DRUGA **ARM (2001–2016)**

Rozdział 8 Intel Inside: Mobilizacja potęgi komputeryzacji | 181

Rozdział 9 Space Invaders i wyścig do iPhone'a | 201

Rozdział 10 Wizja na 300 lat, przejęcie w 64 dni | 233

Rozdział 11 Skala globalna: Chiny wyciągają asa z rękawa | 257

CZĘŚĆ TRZECIA

**ARM (2017–2021)**

Rozdział 12 Big Data i poruszanie się wśród gigantów | 293

Rozdział 13 Wszechświat równoległy Nvidii | 313

Rozdział 14 Ryzyko RISC-V | 341

Rozdział 15 Na podbój świata: Obywatel wydaje jak szalony | 355

CZĘŚĆ CZWARTA

**ARM (2022–)**

Rozdział 16 Zawsze włączeni | 385

Słowniczek | 405

Podziękowania | 409

Przypisy | 411



## Rozdział 1

# Wszystko i wszędzie: Jak układy scalone przejęły świat

### Krzemowa otoczka

Było około 22.45 czasu lokalnego 2 sierpnia 2022 roku. Boeing C-40C właśnie wylądował na pasie lotniska Songshan w stolicy Tajwanu, Tajpej.

Samolot sił powietrznych Stanów Zjednoczonych jakieś cztery godziny wcześniej wystartował z Kuala Lumpur w Malezji i leciał okrężną trasą w kierunku indonezyjskiej części Borneo, a później skręcił na północ, zachacząc o wschodnie rejony Filipin. Był śledzony przez wiele par oczu. Flightradar24, strona śledząca ruch samolotów, zarejestrowała 2,9 miliona sprawdzeń statusu samolotu w trakcie tej podróży, co czyniło go jednym z najbaczniej obserwowanych lotów w historii. Większość osób, które patrzyły na trasę lotu, dokładnie wiedziała, dlaczego pilot zdecydował się nie podążać najbardziej logiczną ścieżką nad Morzem Południowochińskim.

Wkraczając w noc, starsza kobieta ubrana w różowy kostium, z maseczką na twarzy, chwyciła za poręcz, zręcznie schodząc na pas. Nancy Pelosi, spikerka\* Izby Reprezentantów Stanów Zjednoczonych, jak też

---

\* Spiker (ang. *speaker*) to przewodniczący Izby Reprezentantów Stanów Zjednoczonych (izby niższej amerykańskiego Kongresu). Ponieważ przewodniczącym

trzecia polityk pod względem dzierzonej w Stanach Zjednoczonych władzy, została tam powitana przez Josepha Wu, ministra spraw zagranicznych Tajwanu, oraz przedstawicielkę USA w Tajwanie, Sandrę Oudkirk.

Przybycie Pelosi miało ogromne znaczenie. W oczekiwaniu na lądowanie hongkoński indeks giełdowy Hang Seng spadł o 2,5 procent, chiński Shanghai Composite o 2,3 procent, a oprocentowanie 10-letnich obligacji skarbowych USA zanotowało rekordowo niską wartość\*.

W ciągu poprzednich 25 lat nie odbyła się żadna tak doniosła wizyta amerykańskiego przedstawiciela na Tajwanie, uznawanym przez Chiny za swoje terytorium. W myśli zasad mówiących o „jednych Chinach” rząd w Waszyngtonie ostrożnie odnosił się do Pekinu, który uznaje, że istnieje tylko jeden rząd chiński, jak też nie utrzymywał stosunków dyplomatycznych z Tajwanem, choć kontakty nieoficjalne i „strategiczne wieloznaczności” pozwalały mu dostarczać na Tajwan broń, jak też milcząco udzielać pomocy w sytuacjach nadzwyczajnych\*\*.

Status quo jednak zaczęło się chwiać. Prezydent Chin, Xi Jinping, oświadczył, że ponowne zjednoczenie z Tajwanem „musi się dokonać” i ostrzegł prezydenta USA, Joe Bidena, przed przekraczaniem pewnych granic, informując go podczas rozmowy telefonicznej, że „kto mieczem wojuje, ten od miecza ginie”. W dniach poprzedzających oczekiwaną wizytę Pelosi Chiny wysłały w okolicy linii mediany, nieoficjalnej granicy wodnej między Chinami a Tajwanem, okręty bojowe i samoloty, a w głębi lądu zmobilizowano wojsko uzbrojone w czołgi.

---

Senatu jest z urzędu wiceprezydent, spiker jest najwyższym postawionym członkiem Kongresu, jednym z najbardziej wpływowych amerykańskich polityków. Uznawany jest za trzecią osobę w państwie (po prezydencie i wiceprezydencie), jest na drugim miejscu w linii sukcesji prezydenckiej (zaraz za wiceprezydentem).

\* Sytuacja nie wyglądała tak źle, jak opisuje to autor książki. Rentowność w tym czasie była po silnym wzroście (ok. 2.75%). Trochę się wahała na początku sierpnia 2022 roku, ale do rekordowo niskich poziomów, poniżej 0.5% z 2020 roku, było bardzo daleko.

\*\* Stany Zjednoczone uznają rząd w Pekinie za jedyny legalny rząd Chin, ale utrzymują nieoficjalne stosunki z Tajwanem, w tym wspierają go militarnie.

Niezrażona Pelosi podczas swojej serii krótkich wizyt w rejonie potwierdziła niezachwiane zaangażowanie USA w zachowanie demokracji w Tajwanie, jak też na całym świecie<sup>1</sup>.

W całej tej sytuacji występowało nie tylko napięcie natury politycznej, ale towarzyszyło mu też wysokie ryzyko gospodarcze. Na przestrzeni lat wzrostowi potęgi militarnej Chin dorównał jedynie poziom produkcji najbardziej wartościowych towarów XXI wieku: układów scalonych w Tajwanie.

Geopolityczne awantury lat wcześniejszych wynikały z dążenia do przejęcia kontroli nad obszarami bogatymi w zasoby lub z pobudek religijnych. W erze cyfrowej nową pożądaną zdobyczą stały się wafle krzemowe napędzające najnowsze bronie, jak też smartfony, samochody czy sprzęt medyczny, który nabrał całkowicie nowego znaczenia w trakcie pandemii COVID-19.

W niecałe dwa pokolenia wyspa o powierzchni niewiele przekraczającej stan Maryland i niecałe dwa razy powierzchnię Walii\* produkowała 92 procent światowej liczby najbardziej zaawansowanych układów elektronicznych. Takie układy wytwarza się aktualnie w procesie technologicznym o skali co najwyżej 10 nanometrów<sup>2</sup> – taka jest przestrzeń pomiędzy dwoma tranzystorami w układzie; stanowi ona czterokrotność szerokości łańcucha ludzkiego DNA. Pozostałe 8 procent to produkcja południowokoreańska. Ani USA, które wynalazły układy scalone dziesięciolecia temu, ani Chiny, szukające w swoich działaniach niezależności od USA, nie byłyby w stanie poradzić sobie bez Tajwanu dostarczającego układy scalone do budowanych na ich terenach urzędów, kupowanych później przez firmy i odbiorców prywatnych.

Jak ściśle powiązane były ze sobą te dwie strony, ilustruje taka zależność: Chiny kupowały około 60 procent światowej produkcji układów elektronicznych, z czego połowa opuszczała kraj w gotowych

---

\* Tajwan ma 36 197 km<sup>2</sup>, czyli jest nieco większy niż województwo mazowieckie.

produktach. Wiele z tych produktów trafiało do Stanów Zjednoczonych w ramach ustanowionych w lepszych czasach łańcuchów dostaw.

Wszystko to uzasadnia, dlaczego Pelosi zasiadła do wspólnego lunchu z prezydentem Tajwanu Tsai Ing-wenem, prezesem Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) Markiem Liu oraz legendarnym założycielem firmy Morrisem Changiem.

TSMC było największym światowym producentem kontraktowym układów scalonych, wytwarzało układy według specyfikacji klientów, samo ich jednak nie opracowywało. W 2021 roku firma produkowała 12 302 różne modele układów, stosując 291 technologii produkcyjnych dla 535 nabywców. Największym klientem, jak sądzono, był Apple, odpowiedzialny za jedną czwartą produkcji TSMC i instalujące jego układy w iPhone'ach, iPadach i zegarkach, ale TSMC dostarczało swoje produkty również do największych potentatów elektroniki: Qualcommu, Nvidii, NXP, Advanced Micro Devices (AMD) czy Intelu – z kolei dostarczających chipy do samochodów czy konsol gier wideo. TSMC produkowało również układy dla amerykańskiego sprzętu wojskowego. Mówiono o dostawach m.in. na potrzeby budowy myśliwców F-35 i pocisków Javelin.

W przeszłości strategiczne znaczenie TSMC uznawano za pewien rodzaj „krzemowej tarczy”, wystarczającej do zapewnienia Tajwanowi skutecznego wsparcia ze strony USA i ochrony przed chińską inwazją. Eksperci spoza świata wojskowości uważali jednak zgoła inaczej. Wojna pomiędzy USA a Chinami mogła przynieść wielkie zniszczenie, doprowadzając do napisania nowego porządku świata. Zamknięcie fabryk układów scalonych w Tajwanie załamałoby też światową gospodarkę. Co więcej, oba scenariusze były prawdopodobne.

Większość fabryk TSMC znajdowała się bezpośrednio na linii ognia. Zlokalizowane w parku technologicznym Hsinchu Science Park na zachodnim wybrzeżu Tajwanu, wręcz z widokiem na Chiny, były położone bardzo blisko tak zwanych czerwonych plaż, nazwanych tak, gdyż były prawdopodobnym miejscem desantu sił chińskich.

Jeśli jednak Chiny dokonałyby inwazji, wcale nie było powiedziane, że przejęłyby fabryki w stanie nienaruszonym. A nawet gdyby się tak stało, obsługa linii produkcyjnych nie polegała na prostym naciśnięciu włącznika. Do tego potrzeba było tajwańskiej wiedzy i tysiący inżynierów wsparcia procesu rozsianych po całym świecie i komunikujących się zdalnie z personelem fabryk w Tajwanie, często poprzez rzeczywistość rozszerzoną. Liu ostrzegął, że inwazja przyniosłaby ze sobą „zniszczenie porządku świata opartego na zasadach” i spowodowałaby, że fabryki staną się bezużyteczne<sup>3</sup>. W przypadku mało prawdopodobnego scenariusza, w którym udałoby się stronie chińskiej utrzymać produkcję, zostałaby ona szybko pozbawiona połączeń z resztą światowego łańcucha dostaw.

„Jak więc rozwiązać tę sytuację? – pytał Liu. – Prosto. Tajwan musi być bezpieczny. Jeśli tego nie zrobicie, ponowne dotarcie do punktu wyjścia zajmie dziesięć, piętnaście lat i pochłonie setki miliardów dolarów”.

Na rok przed wizytą Pelosi Malcolm Penn, weteran analityki rynku układów scalonych, opisał katastrofalne skutki potencjalnego ataku Chin na Tajwan. „Zapasy układów scalonych szybko się wyczerpią, a linie produkcji sprzętu na całym świecie zostaną zatrzymane w ciągu tygodni, może nawet dni – napisał w raporcie *Future Horizons*. – Prawie natychmiastowy wpływ na handel i gospodarkę globalną będzie o całe rzędy wielkości większy niż upadek banku Lehman Brothers z 2008 roku czy covidowe lockdowny z 2020 roku”<sup>4</sup>.

## Hufnal na miarę XXI wieku

Jest Święto Dziękczynienia 2021 roku, wczesne godziny poranne. Kolejka pod sklepem GameStop przy Murphy Canyon w San Diego ciągnie się już nawet na parking. Wielu sprzedawców zdecydowało się nie otwierać swoich sklepów w ten świąteczny dzień, ale ten akurat miał dobry powód do otwarcia.

Z przodu kolejki, w zielonej czapce, czarnym T-shircie, z kolczykiem w nosie stoi Joland Harper. Już od 6.00 rano. „Mam przekąski, mam



parasol, wygodne krzeselko, więc jestem przygotowany na oczekiwanie” – powiedział z uśmiechem reporterowi stacji CBS<sup>5</sup>.

Harper i ludzie z tłumu za jego plecami wstali tego jasnego i chłodnego dnia, by zjawić się przed sklepem z jednego powodu. Pojawiły się plotki, jakoby GameStop otrzymał dostawę 24 sztuk konsoli Sony PlayStation 5, gadzetu, którego każdy pożądał i który był trudny do zdobycia od jego premiery w Święto Dziękczynienia roku poprzedniego.

Klienci przyzwyczajeni do natychmiastowej gratyfikacji płynącej z zamawiania towarów online z dostawą do domu podjęli tym razem znaczny wysiłek, by zlokalizować upragnioną konsolę. Ci, którzy z niechęcią patrzyli na sklepy stacjonarne, ustawiali się grzecznie w kolejce. Konto @PS5StockAlerts na Twitterze, na którym informowano o dostawach, miało milion obserwujących. W zwykle spokojnym centrum handlowym w Tokio klienci spieszący po konsole spowodowali swoim zachowaniem pojawienie się patrolu policji w celu przywrócenia porządku.

Przyczyny niedogodności trudno było zrozumieć. Globalny niedobór układów scalonych – pozornie mało znaczącego acz niezbędnego komponentu konsol, jak też wielu innych urządzeń – niweczył plany produkcyjne i opróżniał zapasy magazynów na całym świecie. W wielu przypadkach brak jednego niezbędnego chipa, mogącego kosztować niecałego dolara, zatrzymywał sprzedaż urządzeń o wartości tysięcy dolarów za sztukę.

Popyt wzrastał miarowo przez ostatnią dekadę, w miarę jak każdy produkt zawierał coraz więcej układów scalonych. Wystrzelił jednak ostro w górę po tym, jak zmienione lockdownem życie wywołało zapotrzebowanie na kolejne urządzenia elektroniczne niezbędne w pracy i zabawie. Podaż wyhamowała, gdy fabryki układów scalonych zmniejszyły produkcję, szczególnie w końcowych stadiach produkcji, takich jak pakowanie i testowanie, które wymagały dużych nakładów pracy ludzkiej.

Problem był wszechobecny. Pomiędzy styczniem a październikiem 2021 roku czas realizacji zamówienia na układy scalone – czyli okres od momentu złożenia zamówienia na półprzewodnik do dostawy – wzrósł

z 14 do 22 tygodni, jak podawała Susquehanna Financial Group. Czas oczekiwania na specjalizowane komponenty był jeszcze dłuższy<sup>6</sup>.

Cały ambaras przypominał światu, jak strategicznie istotne były dostawy układów scalonych, jak bardzo cały przemysł był zależny od niewielu kluczowych graczy, jak mało buforów ustanowiono w całym systemie produkcji, jak – w końcu – wysokie były koszty wejścia dla nowych uczestników. Przebywające przez wiele lat poza zasięgiem radarów opinii publicznej firmy opracowujące i produkujące układy scalone, jak też dostawcy sprzętu do tych procesów, zostały nagle wywindowane na pierwsze strony gazet, podobnie jak pewne firmy trafiły tam w latach 70., gdy kryzys na rynku ropy naftowej skierował na siebie i na swoje praktyki kolektywne oko opinii publicznej. Powodów wizyty Nancy Pelosi w Tajwanie było kilka, acz jednym z nich zdecydowanie było zapewnienie amerykańskich konsumentów, takich jak Harper, że nigdy już nie będą musieli stać w kolejkach.

W lipcu 2021 roku Sony odtrąbiło fakt sprzedania dziesięciu milionów egzemplarzy konsoli PS5 o kilka tygodni szybciej, niż było to w przypadku poprzedniczki, konsoli PS4, ale japoński gigant elektroniki użytkowej mógł sprzedać swoich urządzeń znacznie więcej, gdyby tylko dał radę sprostać popytowi.

„Nadal stoimy w obliczu wielu wyzwań na całym świecie, wpływających zarówno na nas, jak i innych uczestników rynku, ale poprawa poziomów zapasów jest wciąż naszym czołowym priorytetem” – mówił Jim Ryan, dyrektor generalny Sony Interactive Entertainment<sup>7</sup>. Do marca 2022 roku Sony sprzedało 19,3 miliona konsol, jakies 3,3 miliona poniżej spodziewanych.

Przemysł samochodowy, który zmniejszył zamówienia na układy scalone, oczekując spowolnienia sprzedaży, starał się sprostać popytowi i poczuł naciski reszty rynku, która przejęła podaż. Przeciętny samochód zawiera do trzech tysięcy układów scalonych odpowiadających za wszystko – od systemów hamulcowych po pokładowy zestaw rozrywkowy – więc liderzy rynku auto-moto musieli ograniczyć zmiany

i wysłać ludzi na urlopy. Pozyskiwane układy scalone montowano w samochodach przynoszących większe zyski, ale i to nie zadowalało członka rady nadzorczej Volkswagena Herberta Diessa, który stwierdził, że grupa, w skład której wchodziły Audi, Lamborghini, Seat i Skoda, działa w trybie kryzysowym<sup>8</sup>.

We wrześniu 2021 roku firma konsultingowa AlixPartners szacowała, że niedobory układów scalonych kosztować będą światowy biznes 210 miliardów dolarów w utraconych przychodach i że wyprodukowanych zostanie o 7,7 miliona mniej samochodów, niż zakładano; w maju tego samego roku szacunki wynosiły odpowiednio 110 miliardów dolarów i 3,9 miliona aut<sup>9</sup>. Rynek samochodów używanych odpowiedział wzrostem cen.

Zależność przemysłu od układów scalonych miała się tylko pogłębić. Do roku 2030, jak twierdził Deloitte w swoim raporcie, około 45 procent kosztów produkcji samochodu miała pochłaniać elektronika, co stanowiło wzrost z 18 procent w roku 2000. W tym samym czasie koszt komponentów półprzewodnikowych wykorzystywanych w elektronice samochodowej miały wzrosnąć czterokrotnie, do 600 dolarów<sup>10</sup>.

Niedobory chipów wywołały wyścigi wśród krajów, firm i graczy przemysłu, zajmujących upatrzona pozycje i skupujących co się da w ilościach przewyższających potrzeby. Uczestnicy niszowych acz istotnych gałęzi przemysłu uciekali się do publicznego prośzenia o wsparcie. „Z uwagi na naglące potrzeby przemysłu medycznego, do pokrycia których wystarczy jeden procent wyprodukowanych chipów, wzywamy do priorytetyzacji dostaw układów scalonych tak, by dało się utrzymać dzisiejsze zapotrzebowania produkcyjne” – pisał w czerwcu 2022 roku Frans van Houten, dyrektor wykonawczy holenderskiego Philipsa<sup>11</sup>.

Kryzys zmienił obecne postrzeganie wykorzystywania układów scalonych i przeniósł je na bezpieczeństwo dostaw na kolejne lata. Zamiast odtwórczo wykonywać zaprogramowane dla nich zadania, najbardziej zaawansowane układy scalone przeniosły się do dziedziny sztucznej

inteligencji, przetwarzającej strumienie danych i podejmującej decyzje szybciej, niż zrobiłby to jakikolwiek człowiek.

W 2005 roku futurysta Ray Kurzweil przewidział w swojej książce *Nadchodzi osobliwość\**, że właśnie osobliwość (ang. *singularity*), czyli punkt, w którym zdolności komputerów przewyższą potencjał ludzkiego umysłu, nastąpi w 2045 roku. Eksperci od czasu pojawienia się teorii Kurzweila prognozują wcześniejsze nadejście tej osobliwości, czyli fuzji człowieka z maszyną, czego dowodem mają być takie sygnały, jak choćby porażka światowego mistrza chińskiej gry go Lee Sedola w potyczce z programem AlphaGo w marcu 2016 roku.

Jakakolwiek byłyby to data, AI niesie ze sobą obietnicę zrewolucjonizowania życia, w tym sztuki wojennej, co wprawia całe narody w niepokój. W raporcie przedstawionym Kongresowi USA w marcu 2021 roku ponadpartyjna komisja do spraw bezpieczeństwa narodowego w związku ze sztuczną inteligencją ostrzegała jednoznacznie, że Ameryka nie jest gotowa na obronę ani konkurowanie w erze AI.

Raport starał się uchwycić naturę AI, zmieniającą zasady gry, wychodząc poza pojedynczy przełom technologiczny. Starając się oddać ducha przyszłości napędzanej AI, raport powoływał się na wielkiego wynalazcę Thomasa Edisona, który objaśniał elektryczność: „To jest pole wewnątrz innego pola – mówił. – Trzyma w sobie sekrety, które dokonają reorganizacji życia na całym świecie”.

USA były na straconej pozycji, gdyż nie produkowały już najbardziej zaawansowanych chipów. „Nie chcemy zbyt przerysować delikatności pozycji, w której znajduje się kraj – jak mówił raport – acz wiedząc, że większość najbardziej zaawansowanych układów elektronicznych produkuje się raptem 110 mil drogą wodną od naszego głównego rywala strategicznego, musimy dokonać ponownej oceny stabilności łańcucha dostaw i jego bezpieczeństwa”<sup>12</sup>.

---

\* Ray Kurzweil, *Nadchodzi osobliwość. Kiedy człowiek przekroczy granice biologii*, Kurhaus Publishing, Warszawa 2013.

Miesiąc po wstąpieniu na urząd, 24 lutego 2021 roku, prezydent Biden określił niedobór układów scalonych mianem „hufnala\* na miarę XXI wieku”, przywołując długo funkcjonujące przysłowie mówiące o tym, jak brak małej rzeczy lub działania może wywołać wielkie i nieprzewidziane konsekwencje. Zaczyna się od braku hufnala, co skutkuje zgubieniem podkowy, a kończy się przegraną bitwą, która niszczy królestwo. A wszystko przez brak hufnala.

Przekaz był jasny: małe układy scalone są podstawą, na której spoczywa nowoczesna gospodarka oparta na wiedzy. Dwa lata niedoborów, jak stwierdzili analitycy, wywołały straty rzędu 500 miliardów dolarów w wielu gałęziach przemysłu zależnych od dostaw układów scalonych<sup>13</sup>. Chipy wpływały na pozyskiwanie władzy, w tym też – coraz bardziej – politycznej. Stany Zjednoczone, kolebka układów scalonych, nadal generowały połowę światowego przychodu w tej branży, ale ich udział w produkcji na poziomie 37 procent w 1990 roku skurczył się do zaledwie 12 procent<sup>14</sup>.

„Musimy przestać gnać za liderami po tym, jak kryzys dostaw już nas dotknął – mówił Biden, trzymając w palcach układ scalony nieprzekraczający rozmiarami znaczka pocztowego. – Musimy przede wszystkim zapobiec kryzysowi dostaw”. Zarządził studniowy okres przeglądu czterech krytycznych produktów – w tym półprzewodników – jak też dłuższy przegląd zmierzający do „umocnienia każdego etapu łańcucha dostaw”<sup>15</sup>.

32 lata wcześniej ta sama technologia zaprzętała myśli jednego z poprzedników Bidena, Ronalda Reagana. Jego pierwsza przemowa poza USA, po tym, jak przestał być prezydentem, odbyła się w czerwcu 1989 roku we wspaniałej gotyckiej hali Guildhall. Niewiele wcześniej Chiny stłumiły krwawo demonstracje studenckie na placu Tiananmen. W listopadzie tego samego roku miał paść mur berliński.

„Informacja jest tlenem współczesnego świata. Przenika przez mury zwieńczone drutem kolczastym. Przesiaka przez zelektryfikowane

---

\* Hufnal to duży gwoździ używany do przybijania podkowy do kopyta konia.

granice – mówił Reagan. – Goliat totalitaryzmu zostanie zniszczony przez Dawida układów scalonych”<sup>16</sup>.

Tak się nie stało. Tak naprawdę rozpoczynała się wtedy nowa zimna wojna, której podstawą były dostawy układów scalonych.

## Przemysłowy ryż

Wynalezienie maszyny drukarskiej rozwinęło edukację, żarówki rozświeciły mroki, pług zmienił nawyki żywieniowe i krajobraz, samochody poszerzyły horyzonty. Układy scalone mogą jednak być najistotniejszym wynalazkiem ludzkości. Wyszukują się one na pierwszy plan, jeśli chodzi o przełomowe dokonania sięgające całe wieki wstecz – ujarzmienie ognia, pismo, koło, kompas – które zmieniły wyobrażenie człowieka o życiu i uczeniu się. Małutkie urządzonek, które sprawia, że „proste” rzeczy stają się „mądre” (ang. *smart*), roztacza swoje wpływy na kanwie społeczeństwa, doprowadzając do sytuacji, w których prostych zadań nie da się wykonać bez choćby niewielkiej pomocy komputera.

Układy scalone działają po cichutku wszędzie. Nawet w roku ich wyjątkowych braków wyprodukowano i sprzedano 1,15 biliona układów scalonych, montując je potem w komputerach, telefonach, telewizorach, autach, lodówkach, rurociągach transportujących ropę, systemach bezpieczeństwa, centrach danych, rozrusznikach serca, zwierzątkach domowych, zabawkach, szczoteczках do zębów, rakietach nuklearnych i wielu innych urządzeniach i miejscach<sup>17</sup>. Każda osoba na tej planecie w 2021 roku statystycznie stała się posiadaczem 125 nowych układów scalonych w swoich rzeczach, nie licząc bilionów chipów, które miała już w dotychczas posiadanych rzeczach.

Od wynalezienia zintegrowanego układu scalonego na waflu wykonanym z półprzewodnika krzemowego u schyłku lat 50. XX wieku te miniaturowe urządzenia stały się wszędobylskie. Układy scalone czy inaczej półprzewodniki, układy zintegrowane, chipy, mikroprocesory, mikrokontrolery łączą ludzi, umożliwiają uwolnienie pokładów kreatywności, pozwalając ludziom pójść dalej, szybciej, lepiej.

Nowe możliwości pojawiały się w miarę zmniejszania zarówno gabarytów układów scalonych, jak i ich cen. Przemysł niestrudzenie dąży do robienia więcej rzeczy mniejszym kosztem. Zresztą globalny wyścig na wielką skalę wywołany był też przez polityków nawołujących obywateli na całym świecie do wydajniejszej pracy, o ile nie chcą się dać wyprzedzić bardziej zorganizowanym gospodarkom. Układy scalone to znaczący towar w napędzaniu postępu. Nic dziwnego, że Yun Jong-yong, wiceprezes Samsung Electronics – jednej z największych firm produkujących układy scalone – nazwał je „przemysłowym ryżem”.

Chipy upowszechniły internet, wygenerowały niewypowiedziane bogactwa – i to płynące do kieszeni nie tylko miliarderów świata technologii, których oprogramowanie do obsługi platform społecznościowych też zresztą zależy od mikroprocesorów. W ciągu dekad układy scalone były katalizatorem ciągłego wzrostu produktywności. Dzisiaj jest to gałąź gospodarki warta 550 miliardów dolarów rocznie, pozwalająca zarabiać zarówno producentom, jak i e-usługodawcom oraz firmom transportowym. Tak naprawdę każda gałąź przemysłu doznała transformacji z udziałem chipów.

Około 30 procent produkowanych układów scalonych nadal trafia do komputerów osobistych, 20 procent do smartfonów, po 10 procent do centrów danych i samochodów, reszta do zastosowań przemysłowych i obronnych, w tym do miniaturowych czujników działających w ramach internetu rzeczy\* (IOT), dzięki którym głupie urządzenia zaczną się komunikować w sieci przyszłości. Tworzone i monitorowane przez te czujniki sieci są odpowiedzialne za generowanie największego

---

\* Internet rzeczy (IoT lub IOT) oznacza sieć obiektów fizycznych – „rzeczy” – które są wyposażone w czujniki, oprogramowanie i inne technologie w celu łączenia się i wymiany danych z innymi urządzeniami i systemami za pośrednictwem internetu. Urządzenia te obejmują zarówno zwykłe przedmioty gospodarstwa domowego, jak i zaawansowane narzędzia przemysłowe. Przewiduje się, że liczba zainstalowanych urządzeń podłączonych do internetu rzeczy wzrośnie z około 40 miliardów w 2023 roku do 49 miliardów w 2026 roku, zwiększając się przy założonym rocznym tempie wzrostu wynoszącym 7 procent (International Data Corporation).

światowego zasobu danych, według ostrożnych szacowań podwajającego swoją objętość co dwa lata.

Chipy wywołały dodatkowy postęp pośród uprzednich wynalazków lub je przyćmiły: przetwarzając całe biblioteki treści, kontrolując oświetlenie całych miast, poprawiając wydajność upraw, zmieniając samochody w komputery na kółkach w czasie wycofywania silników spalinowych. Oferowana przez nie moc przetwarzania pozwala na wykonywanie zadań, których umysł ludzki nie potrafi sobie nawet wyobrazić: rozpracowywanie kodu istot żywych, by przeciwdziałać chorobom, pomoc gatunkowi ludzkiemu w podboju kosmosu, a także w działaniach mniej doniosłych, jak kopanie bitcoinów.

A nadzieje nie tyle nowe, co jeszcze nowsze. Układy scalone nadal działają w rewolucji mobilnej, która uwolniła urządzenia od ograniczeń domu, biura, czyli kabla zasilającego. W porównaniu z komunikacją mobilną drugiej i trzeciej generacji (2G i 3G) – obecną w życiu wielu ludzi pod postacią ich pierwszego telefonu komórkowego – standard 5G niesie ze sobą obietnice gier wideo w wysokiej rozdzielczości i mieszaną rzeczywistość (połączenie świata rzeczywistego i wirtualnego) dzięki przepustowości gwarantującej nieprzerwaną transmisję. Czasy reakcji urządzeń sieciowych są w zasadzie pomijalne, dzięki czemu wzrasta pewność, że operacjami medycznymi prowadzonymi przez roboty, autonomicznymi autami i infrastrukturą krytyczną da się zarządzać w sieciach komunikacyjnych.

Jest to trend, który możliwy jest dzięki mikroukładowi, ale dzięki któremu mikroukłady napędzają własny rozwój. Potężniejsze sieci oznaczają, że są do nich podłączone większe liczby urządzeń, z czego część to urządzenia również znacznej mocy, zawierające bardziej zaawansowane układy elektroniczne. Układy elektroniczne od czasu ich wynalezienia postrzegane były jako przepustka do dobrobytu zarówno przez rządy chcące na terenach swoich państw mieć strategiczne zakłady produkcyjne o wysokiej wartości, jak i przez rodziców chcących wzbogacić edukację dzieci przez zakup nowego komputera.



## Najlepsza książka lata 2023 według „Financial Times”

## Porywająca opowieść o nadejściu ery zaawansowanych układów scalonych i o brytyjskiej firmie technologicznej, która stworzyła ich projekty

Niewielkie krzemowe płytki, napędzające postęp technologiczny całego świata, są dziś niezbędne do działania niemal każdego urządzenia, od sprzętu gospodarstwa domowego i linii produkcyjnych w fabrykach po smartfony i najnowsze zdobycze przemysłu zbrojeniowego. W centrum tych miliardów scalaków leży projekt stworzony i rozwijany przez jedną firmę: ARM.

Założony w Cambridge w roku 1990 ARM opracował projekty układów scalonych, które wykorzystano już w 250 miliardach urządzeń. Klejnot w koronie brytyjskiej zaawansowanej technologii jest nieodzownym elementem globalnego łańcucha dostaw, napędzanego przez amerykańskie umysły i azjatyckie zakłady produkcyjne i będącym źródłem napięć geopolitycznych.

Książka opowiada historię ARM, od skromnych początków po nieodzowną rolę w rewolucji telefonii komórkowej i współczesne wspieranie rozwoju centrów danych, samochodów i superkomputerów, w których buzuje sztuczna inteligencja. Mówi o długoletniej współpracy firmy z Apple oraz innymi tytanami świata technologii, jak też o jej sprzedaży za miliony funtów Masayoshi Sonowi, niegdyś najbogatszemu człowiekowi świata.

Autor szczegółowo relacjonuje walkę gigantów o kontrolę świata układów scalonych, widzianą oczami jedyne go w swoim rodzaju brytyjskiego przedsiębiorstwa, które znalazło się w samym centrum owej walki.

*Książka odkrywa tajniki historii niezwykle istotnej firmy, o której istnieniu nie wszyscy wiedzą. Każdy z nas w jakimś stopniu jest zależny od technologii układów scalonych opracowanej przez ARM, a James Ashton daje nam do ręki pełną dramatyzmu opowieść o tym, gdzie narodził się ARM i jak ta skromna firma ukształtowała przyszłość komputerów i sztucznej inteligencji. Pouczająca i pełna introspekcji biografia firmy, której projekty definiują cyfrowy świat.*

CHRIS MILLER

autor książki *Wielka wojna o chipy. Jak USA i Chiny walczą o technologiczną dominację nad światem*

Partner wydania:

UKŁAD SIŁ

wydawnictwoprzeswity.pl

Patroni:

PODRÓŻ  
BEZ PASZPORTU  
MATEUSZ GRZESZCZUK

THINKTANK

Książka dostępna również jako e-book.

ISBN 978-83-8175-583-2



9 788381 755832 &gt;

P20243007

Cena 79,90 zł